

新世代アクチュエータの多自由度化可能性

新世代アクチュエータの多自由度化可能性調査専門委員会編

目 次

1. はじめに	3	4. 流体圧力に基づいたアクチュエータ	34
1.1 背景	3	4.1 空気圧アクチュエータ	34
1.2 委員会活動状況	3	4.2 機能性流体アクチュエータ	40
1.3 特許調査	4	4.3 水素吸蔵合金アクチュエータ	45
2. 電界・磁界の直接作用型アクチュエータ	9	5. その他の原理に基づいたアクチュエータ	52
2.1 電磁アクチュエータ	9	5.1 光駆動型アクチュエータ	52
2.2 静電アクチュエータ	12	5.2 生体アクチュエータ	56
3. 材料変形に基づいたアクチュエータ	20	5.3 ワイヤ牽引アクチュエータ	59
3.1 圧電アクチュエータ	20	6. あとがき	67
3.2 磁歪アクチュエータ	25		
3.3 形状記憶合金アクチュエータ	29		

新世代アクチュエータの多自由度化可能性 調査専門委員会委員

委員長	矢野智昭(産業技術総合研究所)	委員	百目鬼英雄(東京都市大学)
幹事	乾成里(日本大学)		富田良幸(住友重機械工業株)
	竹村研治郎(慶應義塾大学)		楡井雅巳(長野高専)
幹事補佐	上野敏幸(金沢大学)		野口聡(北海道大学)
	五福明夫(岡山大学)		平田勝弘(大阪大学)
委員	青柳学(室蘭工業大学)		古崎浩幸(ミネベア株)
	井門康司(名古屋工業大学)		堀越敦(日本精工株)
	上田靖人(株東芝)		高橋和希(三菱電機株)
	大井英司(オリエンタルモーター株)		宮城大輔(東北大学)
	大崎博之(東京大学)		森實俊充(大阪工業大学)
	大路貴久(富山大学)		山口忠(岐阜大学)
	太田智浩(パナソニック株)		山田外史(金沢大学)
	岡宏一(高知工科大学)		脇若弘之(信州大学)
	奥山晃久(ハイデンハイン株)		涌井伸二(東京農工大学)
	荻田充二(IEEJ プロフェッショナル)		渡辺利彦(IEEJ プロフェッショナル)
	土屋淳一(首都大学東京)	主な協力者	本田智(首都大学東京)

1. はじめに

1.1 背景

近年、産業機器から医療福祉まで、広範囲にわたる応用を目指して、1台のアクチュエータで多自由度の動きを実現する多自由度アクチュエータの研究が活発に行われている。多自由度アクチュエータは、以下の特長を有している。

- (1) 同一自由度実現に必要なアクチュエータの個数軽減により多自由度システムの小型・軽量化を実現する。
- (2) 制御に必要な演算量の軽減により制御の高速化を実現する。
- (3) ロボットの眼、宇宙における巨大トラス構造物、アクティブ多面体のジョイント部などの狭隘な空間に設置可能で、メンテナンスも容易である。
- (4) 複雑な動力伝達機構を組み込むことが困難なマイクロマシンの分野で、多自由度システムの直接駆動が可能である。
- (5) 1軸モータの組み合わせでは組み付け誤差が生じて実現が難しい超高精密位置決めシステムを比較的容易に実現できる。
- (6) 多自由度システムの小型・軽量化や制御の高速化により、日本の電力エネルギーの50%以上を消費するモータの省エネルギー・省資源を実現する。

多自由度アクチュエータの研究開発の活発化を受けて電気学会リニアドライブ研究会は2002年4月に海老原大樹委員長の下、「多次元ドライブ調査専門委員会」を発足させた。この委員会はサーフェスマータや球面モータなどの多自由度アクチュエータの研究動向を超音波モータなどの新原理アクチュエータを含めて幅広く調査した。委員会は調査結果を整理・分類し、電気学会技術報告第1029号「多次元ドライブシステムの可能性を探る」⁽¹⁾を出版して、2004年3月に解散した。

「多次元ドライブ調査専門委員会」の調査の結果、多自由度アクチュエータの研究開発は活発に行われているが、サーフェスマータ以外に商品化された多自由度アクチュエータがないことが明らかになった。そこで、多自由度アクチュエータの個々の要素技術について、その到達点と解決すべき問題を明らかにするため、2004年4月に「多自由度モータとその要素技術調査専門委員会」を矢野智昭委員長の下に発足させた。委員会は電気学会技術報告第1081号「多自由度モータとその要素技術」⁽²⁾を出版して、2006年3月に解散した。

「多自由度モータとその要素技術調査専門委員会」の調査時期に、多自由度アクチュエータの研究分野が巨大な望遠鏡の駆動からマイクロの分野まで幅広く広がり、実用化が見えてきた。また、文部科学省特定領域研究438「ブレイクスルーを生み出す次世代アクチュエータ」(2004.4～2009.3、領域代表者樋口俊郎(東大))において開発された

さまざまな新原理にもとづくアクチュエータが実用に近づくとともに、それらのうちほとんどのアクチュエータが多自由度化できることがわかってきた。そこで、2006年4月に「多自由度モータのシステム化技術調査専門委員会」を矢野智昭委員長の下に発足させた。多自由度モータのシステム化技術調査専門委員会では、調査対象とする多自由度アクチュエータを従来の電磁モータに限定しないで、電気と関連があるアクチュエータ全般とし、調査結果を応用分野別にまとめた。限られた委員で広範な応用分野および駆動原理をすべて網羅することは不可能なので、委員各自が興味を持っている応用分野について調査をおこなった。委員会は、電気学会技術報告第1140号「多自由度モータのシステム化技術」⁽³⁾を出版し、2008年3月に解散した。

新原理にもとづくアクチュエータの研究の広がりを受けて、上記委員会と並行して2006年10月に「新世代の電気・磁気アクチュエータ調査専門委員会」を平田勝弘委員長の下に発足させた。新世代の電気・磁気アクチュエータ調査専門委員会は、電気・磁気駆動のアクチュエータ全般を調査対象として、その研究動向と技術課題、設計解析法について調査し、電気学会技術報告第1169号「新世代の電気・磁気アクチュエータ」⁽⁴⁾を出版して、2008年9月に解散した。

上記4つの委員会は6年6ヶ月間の活動で委員会を53回、幹事会を1回、見学会を5回開催し、調査文献数はそれぞれ80件、83件、121件、134件であった。この間に8回のリニアドライブ研究会を協賛し、2003年8月に産業応用部門大会シンポジウム「多次元ドライブシステムの現状と将来展望」、2005年12月に産業応用フォーラム「多次元ドライブシステムの可能性を探る」、2006年3月に全国大会シンポジウム「多自由度モータとその要素技術の研究動向—実用化を目指して—」、2007年3月に全国大会シンポジウム「リニア電磁駆動装置解析手法の体系とその動向」、2007年8月に電気学会産業応用部門大会オーガナイズドセッション「ブレイクスルーを生み出す次世代アクチュエータ」、2008年8月に産業応用部門大会シンポジウム「多自由度モータとその要素技術—研究動向と課題—」、2008年11月に産業応用フォーラム「多自由度モータのシステム化技術」を担当した。また、国際会議SPEEDAM2004におけるOS「Surface motors」を企画した。国際会議LDIA2003、LDIA2005、SPEEDAM2006、LDIA2007、SPEEDAM2008において委員が主体的に関わり、実行委員、オーガナイザ、論文発表などを行った。

1.2 委員会活動状況

新世代アクチュエータの多自由度化可能性調査専門委員会は、多様な駆動原理を有する新世代アクチュエータの研究開発動向とその多自由度化技術の研究動向調査を行い、新世代アクチュエータの多自由度化可能性を個別に検討することを目的として発足した。委員会は産業界、学術界、官界から選出された31名で構成されている。平成21年4